



AVANT ENGENHARIA

Soluções em Engenharia Adequadas para o seu Negócio

AVANT ENGENHARIA, LAUDOS,
PROJETOS E PERÍCIAS LTDA
CNPJ: 48.008.844/0001-05

www.avantengenharia.com.br
contato@avantengenharia.com.br

LAUDO DE ESPECIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RETROESCAVADEIRA



AVANT
ENGENHARIA

MARCELO AUGUSTO BRAGA ZORTEA

Engenheiro Mecânico

CREA:199485/D

Medianeira, 12 de agosto de 2025



APRESENTAÇÃO

Apresentamos por meio deste, nosso trabalho desenvolvido para a **Prefeitura de Diamante do Sul - PR**, que tem como objetivo a determinação das especificações técnicas mínimas para a compra de **uma Retroescavadeira**, finalizando este com a emissão de documento de anotação de responsabilidade técnica (ART).

AVANT
ENGENHARIA

SUMÁRIO

1.	OBJETIVO	1
1.1	Objetivo do Laudo	1
1.2	Considerações Gerais	2
2.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UMA RETROESCAVADEIRA.....	8
2.1	Peso Operacional.....	9
2.2	Motor	9
2.2.1	Quantidade de Cilindros.....	10
2.3	Transmissão	10
2.4	Bomba Hidráulica.....	11
2.4.1	Tipo de Bomba Hidráulica.....	11
2.4.2	Pressão Hidráulica.....	13
2.4.3	Vazão Hidráulica	13
2.5	Freios.....	14
2.6	Escavadeira	14
2.7	Carregadeira	15
2.8	Segurança.....	15
2.9	Pneus.....	16
2.10	Conforto	17
2.10.1	Cabine Fechada.....	18
2.10.2	Sistema de Ar-Condicionado.....	18
2.10.3	Sistema de Rádio FM	18
2.10.4	Assento com suspensão a Ar.....	19
2.11	Tanque de Combustível.....	20
2.12	Sistema de Gestão de Frota.....	20
2.13	Ficha Técnica no Site da Fabricante.....	23
2.14	Primeiras Manutenções Preventivas Inclusas na Licitação do Objeto	23
2.15	Assistência Técnica Autorizada em Raio Regional	24
3.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÍNIMAS RETROESCAVADEIRA	26
4.	VERIFICAÇÃO DE FORNECEDORES RETROESCAVADEIRA	30
5.	CONCLUSÃO	32

1. OBJETIVO

1.1 Objetivo do Laudo

O presente Laudo de Especificação de Características Técnicas tem por objetivo definir os **requisitos mínimos necessários para a aquisição de um equipamento compatível com as demandas operacionais do município**, assegurando que a contratação seja tecnicamente adequada, eficiente e vantajosa para a Administração Pública.

A elaboração deste laudo está fundamentada em critérios técnicos objetivos, conforme disposto no **art. 18 da Lei nº 14.133/2021**, que determina a realização de **estudo técnico preliminar com justificativa técnica e econômica da solução proposta**, de forma a garantir a compatibilidade da contratação com o interesse público, a proporcionalidade e a ampla competitividade.

Neste contexto, o laudo está estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 2:** Apresenta e descreve as características técnicas fundamentais para a especificação do equipamento pretendido;
- **Capítulo 3:** Define os parâmetros técnicos com base nas condições e necessidades do município;
- **Capítulo 4:** Realiza levantamento de mercado para verificar a existência de equipamentos disponíveis que atendam às especificações estabelecidas, avaliando riscos de direcionamento ou restrição à competitividade;
- **Capítulo 5:** Apresenta a conclusão do estudo técnico, com recomendações baseadas em critérios de eficiência, segurança, manutenção e economicidade.

1.2 Considerações Gerais

Diamante do Sul é um município localizado no oeste paranaense, possui uma população com cerca de 3,5 mil habitantes e uma área de aproximadamente 347 km² (IBGE, 2022). No município, são apresentadas predominantemente atividades econômicas da área agrícola.

O grande potencial agropecuário da região depende diretamente da capacidade da prefeitura em proporcionar uma melhor infraestrutura de estradas no âmbito rural, pois dessa forma, é possível proporcionar facilidades no deslocamento de maquinário até a lavoura, dos caminhões com aves/suínos que transportam animais da produção ao abate, entre outros.

Além da alavancagem do potencial agropecuário, a pavimentação de um município como Itaipulândia significa também dar dignidade ao trabalhador do campo, que mora em zona rural e, muitas vezes não possui uma caminhonete 4x4 para conseguir se deslocar em épocas chuvosas.

No município, dentro de suas delimitações, segundo o Embrapa, são apresentados em sua predominância os solos:

- N+RL - NITOSSOLOS + NEOSSOLOS LITÓLICOS e,
- RL+RR – NEOSSOLOS LITÓLICOS + NEOSSOLOS REGOLÍTICOS

Esses resultados podem ser observados conforme o mapa do Embrapa Florestas a seguir.

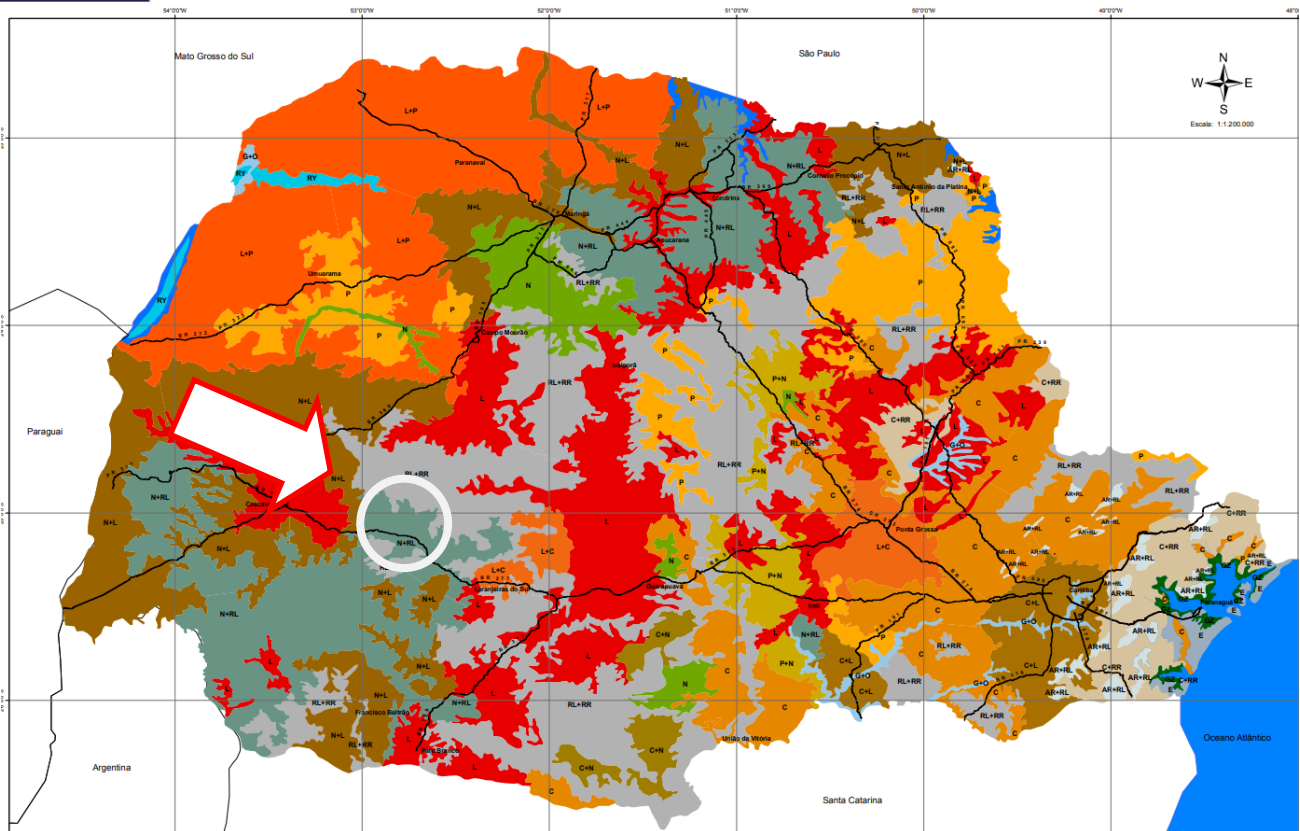


Figura 1.1. Mapa Simplificado de Solos do Paraná.
Adaptado, (EMBRAPA FLORESTAS, 2012).

Onde, cada cor representada no mapa do paraná possuí solo correspondente de acordo com a seguinte legenda.

Legenda

Classifica o


	AR+RL - AFLORAMENTOS DE ROCHAS + NEOSSOLOS LITOLICOS		C+L - CAMBISSOLOS + LATOSSOLOS
	G+O - GLEISSOLOS + ORGANOSSOLOS		C+N - CAMBISSOLOS + NITOSSOLOS
	RY - NEOSSOLOS FLUVICOS		L - LATOSSOLOS
	RL+RR - NEOSSOLOS LITOLICOS + NEOSSOLOS REGOLICOS		L+C - LATOSSOLOS + CAMBISSOLOS
	E - ESPODOSSOLOS		L+P - LATOSSOLOS + ARGISSOLOS
	P - ARGISSOLOS		N - NITOSSOLOS
	P+N - ARGISSOLOS + NITOSSOLOS		N+RL - NITOSSOLOS + NEOSSOLOS LITOLICOS
	C - CAMBISSOLOS		N+L - NITOSSOLOS + LATOSSOLOS
	C+RR - CAMBISSOLOS + NEOSSOLOS REGOLICOS		GZ - GLEISSOLOS SALICOS
			Corpos de �gua

Tabela 1.1. Legenda de Solos do Mapa do Paraná.
(EMBRAPA FLORESTAS, 2012)

A seguir, confere-se uma tabela onde é possível observar cada tipo de solo citado pelo mapa e suas principais características.

Tabela 1.2. Tabela de Solos e Suas Propriedades.

TIPO DE SOLO	IMAGEM REFERÊNCIA
<p>ARGISSOLOS (P) - solos profundos (1 a 2 m), bem drenados (água infiltra com facilidade), com acúmulo de argila no horizonte B, muito sujeitos à erosão, pois o horizonte A tem mais areia.</p>	
<p>CAMBISSOLOS (C) - solos de encostas, pouco profundos (50 cm a 1 m) e bem drenados (água infiltra com facilidade), que ocorrem caracteristicamente em paisagens mais declivosas</p>	
<p>NITOSSOLOS (N) - solos profundos (1 a 2 m) e bem drenados (água infiltra com facilidade), com bom potencial de utilização</p>	
<p>GLEISSOLOS (G) - solos desenvolvidos em ambientes com grande quantidade de água, portanto, devem ser destinados à preservação.</p>	

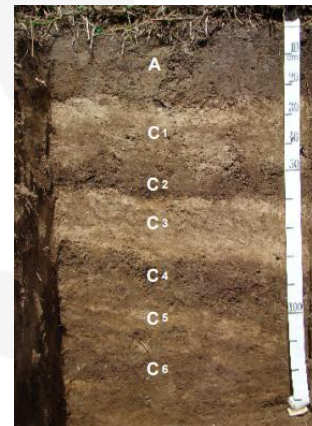
NEOSSOLOS LITÓLICOS (RL) - solos de encostas bem declivosas, rasos (menos de 50 cm) e bem drenados (água infiltra com facilidade), sujeitos à erosão, portanto devem ser destinados à preservação.



AFLORAMENTOS DE ROCHAS (AR) - locais com pouca presença de solos, determinando elevada fragilidade para os ambientes logo abaixo.



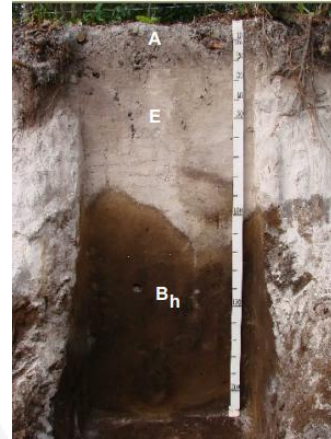
NEOSSOLOS FLÚVICOS (RY) - solos de margens de rios, portanto devem ser destinados à preservação ambiental.



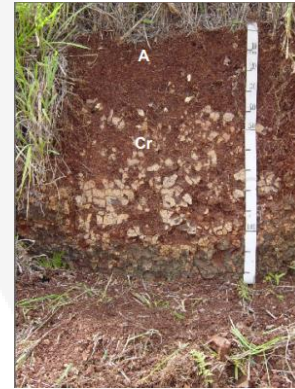
LATOSSOLOS (L) - solos muito profundos (normalmente mais que 2 m), bem drenados (água infiltra com facilidade), com elevado potencial de utilização.



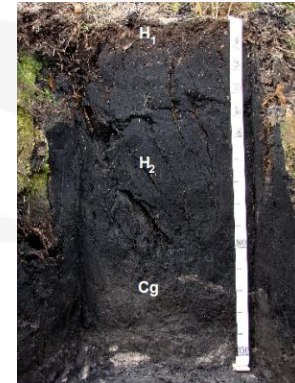
ESPODOSSOLOS (E) - solos arenosos, com drenagem variável, determinando fragilidade ambiental.



NEOSSOLOS REGOLÍTICOS (RR) – solos de encostas declivosas, pouco profundos (50 cm a 1 m) e bem drenados (água infiltra com facilidade), determinando fragilidade ambiental.



ORGANOSSOLOS (O) - solos mal drenados (com acúmulo de água) e com muita matéria orgânica, portanto, devem ser destinados à preservação.



Adaptado, (EMBRAPA FLORESTAS, 2012)

Dessa forma, com base nos solos identificados pelo mapa de solos e pela tabela de solos e suas propriedades, é possível concluir que no município são verificados solos argilosos e coesos (popular “terra vermelha” ou “terra roxa”), pouco profundos e bem declivosos em regiões de encostas; muito profundos e bem drenados (água infiltra com facilidade) em outras regiões. Esse tipo de solo costuma ser desafiador para operações de terraplanagem isso porque quando secos, apresentam um incremento acentuado de resistência à penetração e, uma sensível redução dessa resistência quando úmidos.

Diante o exposto, para a determinação das especificações técnicas mínimas da máquina pesada em questão, assume-se que está realizando tipos de serviços variados em toda a extensão do município, onde serão enfrentadas dificuldades geológicas como: grandes acíves e declives, um tipo de solos pesado e, terrenos secos e alagados, além dos enfrentamentos de grandes deslocamentos para a execução de serviços.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UMA RETROESCAVADEIRA

As especificações técnicas constantes deste Termo de Referência foram definidas com base em critérios objetivos, técnicos e proporcionais, devidamente alinhados às reais necessidades operacionais da Administração Pública. O objetivo é assegurar a seleção da proposta mais vantajosa, com respeito aos princípios da isonomia, da impessoalidade e da legalidade, sem direcionamento indevido ou restrição injustificada à competitividade do certame.

Nos termos da Lei nº 14.133/2021, destaca-se como principal fundamento o disposto no art. 18, inciso I e §1º, inciso V, que exige a elaboração de estudo técnico preliminar (ETP) contendo a justificativa técnica e econômica da escolha da solução a ser contratada, com base em levantamento de mercado e demonstração da viabilidade da contratação:

“Art. 18. A fase preparatória do processo licitatório é caracterizada pelo planejamento e deve compatibilizar-se com o plano de contratações anual do órgão ou entidade, nele compreendidos:

I – a descrição da necessidade da contratação fundamentada em estudo técnico preliminar que caracterize o interesse público envolvido;

[...]

§1º O estudo técnico preliminar a que se refere o inciso I deverá evidenciar o problema a ser resolvido e a sua melhor solução, de modo a permitir a avaliação da viabilidade técnica e econômica da contratação, e conterá os seguintes elementos:

[...]

V – levantamento de mercado, que consiste na análise das alternativas possíveis, e justificativa técnica e econômica da escolha do tipo de solução a contratar.”

Além disso, caso haja a eventual indicação de marca ou modelo como referência no edital, essa prática estará amparada de forma excepcional pelo **art. 42 da mesma lei**, que exige que sejam previstos critérios objetivos de comprovação de qualidade dos bens ofertados como equivalentes, por meio de normas técnicas, certificações ou laudos técnicos.

Embora revogada, a **Lei nº 8.666/1993**, em seu antigo **art. 7º, §5º**, consolidou na doutrina e na jurisprudência dos Tribunais de Contas a obrigatoriedade de que as exigências técnicas em licitações fossem **devidamente justificadas no termo de referência**. Tal entendimento permanece válido como parâmetro interpretativo da

nova legislação, reforçando a necessidade de motivação técnica para todos os critérios e parâmetros exigidos no instrumento convocatório.

Dessa forma, todas as exigências aqui contidas foram cuidadosamente analisadas e justificadas com base em critérios técnicos compatíveis com o objeto pretendido, em consonância com a nova legislação e os entendimentos consolidados dos órgãos de controle, assegurando a regularidade e a transparência da contratação.

2.1 Peso Operacional

Peso operacional de uma máquina pesada é o peso da máquina com tanque cheio de combustível somado ao peso estimado do operador. Essa característica técnica normalmente é a mais utilizada para se referenciar ao porte de trabalho de uma pá carregadeira, máquinas com maiores pesos operacionais normalmente possuem uma maior produtividade (capacidade de realizar trabalho por tempo).

Uma máquina ótima para uma dada necessidade, é aquela que tem a capacidade máxima próxima da qual é preciso, isso porque a aquisição de uma máquina com capacidade superior ocasiona um gasto excessivo em sua compra, possui um consumo maior de combustível e proporciona um aumento na dificuldade para o seu transporte.

2.2 Motor

O motor de uma máquina é o componente responsável por transformar a energia química do combustível em energia mecânica através do fenômeno de combustão. A energia mecânica proveniente do motor por sua vez alimenta diretamente ou indiretamente todos os outros subsistemas da máquina, como a transmissão, hidráulica, elétrica, entre outros.

Para mensurar a capacidade de realizar trabalho de um motor, utiliza-se principalmente a propriedade de potência (unidade energia por unidade de tempo). Na prática, em uma máquina pesada, quanto maior a potência de seu motor equipado,

maior será a capacidade de trabalho da máquina, isso porque, um motor de maior potência pode, por exemplo, fornecer mais energia para que as bombas hidráulicas alcancem níveis de pressão interna maior, elevando cargas de peso maior; ou mesmo aumentando a vazão da bomba, tornando o processo de movimentação do cilindro hidráulico mais rápido.

Ressalta-se que a medição da potência deve seguir critérios padronizados para assegurar a comparabilidade real entre diferentes fabricantes e modelos. Assim, a determinação da potência do motor deve ser realizada conforme a norma internacional ISO 9249, que estabelece procedimentos e condições específicas de ensaio para motores de máquinas móveis autopropelidas, garantindo uniformidade e confiabilidade nos valores informados.

2.2.1 Quantidade de Cilindros

O cilindro de um motor é o local por onde se desloca um pistão. O seu nome provém da forma que possui, aproximadamente cilíndrica. A potência de um motor depende da quantidade de mistura que explode no interior do cilindro, assim, cilindros de maior dimensão permitem que motores atinjam maiores potências.

Além da capacidade volumétrica de um cilindro, outro fator que influencia diretamente na potência de um motor é a quantidade de cilindros constituintes. Um motor considerado confiável, possui uma relação ótima entre volume do cilindro e quantidade de cilindros. Um motor com alta potência (por volta de 100 HP) e poucos cilindros como: 1 ou 2, estão suscetíveis a vários tipos de patologias, como alta vibração e travamento de mecanismo.

2.3 Transmissão

A transmissão é o subsistema responsável por receber a potência mecânica do motor e alimentar todos os outros subsistemas da retroescavadeira. Uma transmissão

para uma retroescavadeira deve possuir a quantidade de relações necessária entre engrenagens e, portanto, relações entre torque e velocidade para cada tipo de serviço. É através dessas relações que é possível reduzir a necessidade sobre o motor, obtendo as faixas de trabalho “ótimas”, proporcionando assim: produtividade, baixa manutenção, baixa vibração, menor consumo de combustível, conforto, segurança e precisão no trabalho.

2.4 Bomba Hidráulica

O sistema hidráulico é o núcleo operacional de uma retroescavadeira, sendo responsável por viabilizar as funções de levantamento, escavação, carregamento e diversas outras operações fundamentais. No centro desse sistema encontra-se a bomba hidráulica, que tem a função de converter a energia mecânica do motor em energia hidráulica, através do fornecimento de pressão e vazão adequadas ao funcionamento dos cilindros e comandos.

A eficiência, a durabilidade e a economia operacional da retroescavadeira estão diretamente relacionadas ao tipo e às características da bomba instalada. Por esse motivo, a análise das especificações da bomba hidráulica é essencial para a escolha do equipamento mais adequado às necessidades do contratante.

2.4.1 Tipo de Bomba Hidráulica

No mercado de retroescavadeiras, o tipo de bomba hidráulica utilizada influencia diretamente a eficiência operacional, o consumo de combustível, o desempenho da máquina e o custo de manutenção ao longo do tempo.

A bomba de engrenagem com sistema de centro aberto é a solução mais comum entre os fabricantes, sobretudo por apresentar menor custo de fabricação e simplicidade construtiva. Trata-se de um sistema de vazão constante, no qual o fluido hidráulico circula continuamente independentemente da demanda dos comandos, exigindo que o motor opere em rotações elevadas mesmo em situações de baixa carga.

Apesar dessas limitações, a bomba de engrenagem é economicamente viável e funcional para diversas aplicações. Sua vantagem está na facilidade de manutenção e no custo reduzido, sendo uma alternativa técnica aceitável.

Existem ainda as bombas de pistão de deslocamento variável, que podem ser utilizadas em dois tipos de circuitos: centro aberto e centro fechado (Load Sensing).

A bomba de pistão de centro fechado é considerada a solução tecnicamente mais eficiente para retroescavadeiras. Esse sistema possui sensibilidade à carga e ajusta automaticamente a vazão conforme a demanda hidráulica em tempo real. Isso significa que o motor trabalha exatamente na rotação necessária para atender à demanda do sistema hidráulico, o que resulta em: redução significativa no consumo de combustível, menor geração de calor e menor desgaste dos componentes, maior vida útil do sistema hidráulico, maior suavidade e precisão operacional.

Além disso, por sua construção interna mais complexa e reforçada, a bomba de pistão variável é mais robusta e confiável em aplicações severas quando comparada à bomba de engrenagem.

A bomba de pistão de centro aberto, embora compartilhe dessa construção mais robusta, não possui controle sensível à carga. Assim, não modula a vazão conforme a necessidade, fazendo com que o motor permaneça em regime elevado mesmo em tarefas leves, o que impacta negativamente no consumo de combustível. Ainda assim, por possuir uma estrutura mais resistente que a bomba de engrenagem tradicional, apresenta maior durabilidade e menor frequência de falhas, o que pode resultar em economia com manutenção corretiva ao longo do tempo.

Do ponto de vista técnico, o sistema com bomba de pistão de centro fechado seria o mais adequado para o município, especialmente em razão da eficiência energética e do menor custo operacional. Contudo, a adoção exclusiva dessa tecnologia poderia representar restrição indevida de competitividade, visto que atualmente apenas um fabricante (Caterpillar) oferece essa solução entre os modelos analisados.

2.4.2 Pressão Hidráulica

A pressão hidráulica máxima suportada pela bomba é um dos principais parâmetros que define a capacidade de força do equipamento, já que ela determina o esforço que os cilindros hidráulicos podem exercer nas operações de escavação, levantamento e carregamento.

Bombas com capacidade de operar em pressões mais elevadas permitem o manuseio de cargas mais pesadas e a execução de tarefas mais exigentes, com menor esforço do operador. Além disso, sistemas hidráulicos que trabalham em pressões superiores tendem a apresentar maior eficiência nos ciclos de operação, reduzindo o tempo necessário para a execução das tarefas.

Dessa forma, é tecnicamente recomendável que a retroescavadeira possua bomba hidráulica com pressão mínima de 3.000 psi, valor normalmente presente apenas em máquinas equipadas com bombas de pistão de alta performance.

2.4.3 Vazão Hidráulica

A vazão da bomba hidráulica, geralmente expressa em litros por minuto (l/min), determina a velocidade de operação dos comandos hidráulicos. Quanto maior a vazão, mais rápidos e responsivos serão os movimentos dos braços, caçambas e acessórios.

Baixas vazões resultam em movimentos lentos e operações menos produtivas, o que compromete a eficiência da máquina, especialmente em serviços que exigem agilidade e ritmo constante.

É recomendável que a retroescavadeira possua bomba com vazão superior a 130 l/min, valor que permite ciclos mais curtos de escavação e carregamento, maior produtividade horária e menor desgaste por esforço prolongado. Além disso, uma bomba com boa capacidade de vazão contribui para um controle mais suave e preciso dos comandos, aumentando a segurança e o conforto operacional.

2.5 Freios

Os freios devem ser capazes de diminuir a velocidade da máquina até a situação de parada, bem como mantê-la parada sobre as mais diversas situações, aplane ou declive, tempo seco ou molhado, entre outros.

Nas máquinas pesadas, onde há uma grande necessidade de dissipação de energia térmica causada pelo atrito durante o processo de frenagem, é comum o emprego de sistemas de freio “úmidos”. Nesse tipo de freio está presente um óleo que age como um fluido refrigerante, esse óleo tem como objetivo diminuir a temperatura dos componentes sob fricção do freio, de modo que não ocorra a redução do coeficiente de atrito pelo aumento da temperatura.

2.6 Escavadeira

A caçamba ou concha de uma retroescavadeira é o componente responsável por realizar a escavação e a movimentação do material retirado do terreno. A diferença entre uma concha e outra é dada principalmente pelo formato, pela configuração dos seus dentes e sua capacidade que é medida em unidade volumétrica (m^3). Uma concha que possui uma capacidade maior, conseqüentemente fornece uma produtividade maior à uma retroescavadeira. Na Figura 3.1 é possível verificar uma concha de uma retroescavadeira



Figura 2.1. Retroescavadeira, como destaque para a concha.

2.7 Carregadeira

A carregadeira é a principal ferramenta de uma retroescavadeira, é devida a muitas aplicações desse componente no trabalho que torna essa máquina tão versátil. Além dos serviços de movimentação terra e terraplanagem, a parte frontal da retroescavadeira é comumente utilizada nas regiões urbanas, na movimentação de entulho, remoção pequenos e médios troncos de árvores além de ser utilizada para despejar diferentes tipos de dejetos em caminhões, entre outros.

Devida a sua grande versatilidade e boa mobilidade, recomenda-se fortemente para esse tipo de máquina que sejam equipadas com carregadeiras com caçambas maiores, para possuir uma maior eficiência no trabalho. Na Figura 3.2 observa-se a carregadeira de uma retroescavadeira em destaque.

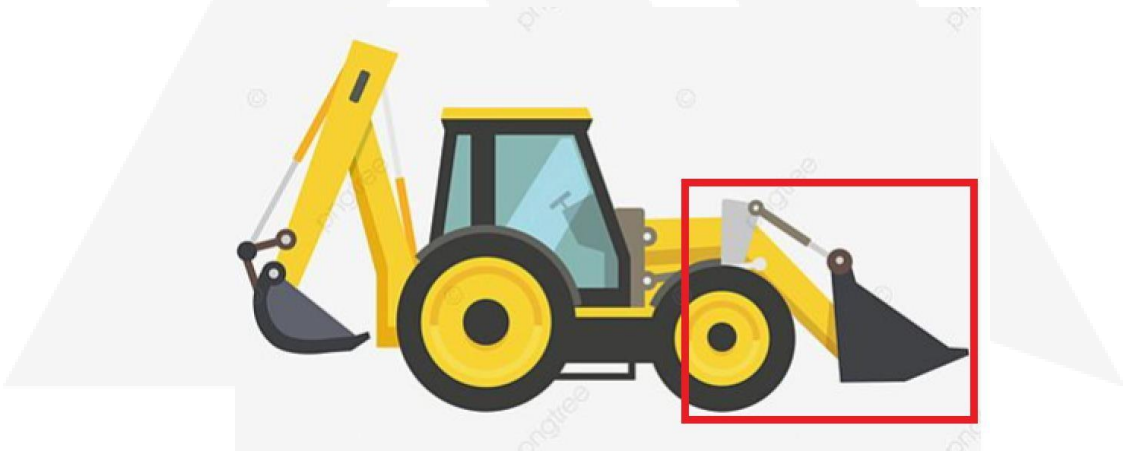


Figura 2.2. Retroescavadeira, com destaque para a carregadeira.

2.8 Segurança

A operação de máquinas pesadas é um trabalho que envolve diversos perigos à segurança do trabalho, um desses perigos à saúde do trabalhador é a exposição contínua de agentes nocivos como: ruídos excessivos, raios solares, poeira excessiva e outros elementos. Além perigo supracitado, existem também os riscos de acidentes de trabalho, seja devido a objetos que possam cair na direção do operador, ou mesmo

uma situação de capotamento.

Para a reduzir a magnitude dos agentes nocivos contínuos e elevar a segurança do operador contra acidentes de trabalho, existem normas que estabelecem parâmetros de projeto e de construção da cabine do operador, de modo que sejam garantidos níveis aceitáveis de segurança a esse habitáculo.

A ISO 3471 de 2008 regulamenta as características mínimas para a certificação de segurança ROPS – Roll Over Protective Structure (Estrutura de Proteção Contra Rolamento e Capotamento), enquanto a ISO 3449 de 2005 regulamenta as características mínimas para a certificação de segurança FOPS – Falling Objects Protective Structure (Estrutura Protetora para Objetos que Possam Cair). Na Figura 2.3 verifica-se a estrutura de uma cabine de uma máquina pesada.



Figura 2.3. Estrutura de uma cabine de uma máquina pesada.

2.9 Pneus

A especificação de pneus dianteiros **12-16,5, mínimo 10 PR** e traseiros **19.5L-24, mínimo 10 PR**, com dimensões iguais ou superiores, segue o padrão de codificação internacional estabelecido por organizações como a TRA (Tire and Rim Association) e ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organisation), permitindo a correta interpretação e comparabilidade entre modelos de diferentes fabricantes.

- **12-16,5:**
- **12** → largura nominal do pneu em polegadas.
- **16,5** → diâmetro interno do pneu, correspondente ao diâmetro do aro onde será montado.

Formato tradicional utilizado em pneus industriais e de retroescavadeiras.

- **19.5L-24:**
- **19.5** → largura nominal em polegadas.
- **L** → designação para pneus de base larga (“Low Section”), oferecendo maior estabilidade e menor compactação do solo.
- **24** → diâmetro do aro em polegadas.
- **PR (Ply Rating):** Representa a resistência estrutural do pneu, originalmente associada ao número de lonas de algodão. Atualmente indica a capacidade de carga equivalente com materiais modernos (nylon, poliéster, aço).
- **Mínimo 10 PR** → assegura robustez e capacidade para suportar as cargas dinâmicas e esforços exigidos no trabalho contínuo de uma retroescavadeira.

A exigência de **dimensões iguais ou superiores** garante a possibilidade de utilização de pneus com maior largura ou diâmetro, desde que compatíveis com o equipamento, permitindo maior tração, estabilidade e vida útil, além de ampliar a competitividade entre fornecedores.

2.10 Conforto

O conforto do operador no habitáculo de uma máquina desempenha um papel fundamental na eficiência e na segurança das operações. Um ambiente de trabalho ergonômico e confortável não apenas promove o bem-estar do operador, mas também contribui significativamente para a produtividade. A redução da fadiga e o aumento do conforto físico resultam em operadores mais alertas e focados, capazes de manter um desempenho consistente ao longo do tempo.

2.10.1 Cabine Fechada

A presença de uma cabine fechada em máquinas pesadas desempenha um papel crucial na preservação da segurança e saúde do operador. A utilização dessas cabines proporciona um ambiente controlado e protegido, reduzindo significativamente os riscos associados à exposição a elementos externos, como poeira, ruído intenso e condições climáticas adversas. Além disso, a cabine serve como uma barreira eficaz contra possíveis objetos lançados durante as operações, garantindo a integridade física do operador. A proteção contra a exposição prolongada a ruídos elevados não apenas preserva a audição do profissional, mas também contribui para o seu bem-estar psicológico.

2.10.2 Sistema de Ar-Condicionado

O ar-condicionado em uma máquina desempenha um papel crucial na garantia do conforto do operador e, por conseguinte, na eficiência e segurança das operações. Em ambientes onde as condições climáticas podem variar amplamente, o ar-condicionado é mais do que um luxo; é uma ferramenta essencial para proporcionar conforto térmico ao operador. Em climas quentes, ele ajuda a prevenir a fadiga causada pelo calor, garantindo que o operador permaneça alerta e capaz de manter um desempenho consistente ao longo do tempo. Além disso, em situações de trabalho prolongado, o ar-condicionado contribui para a saúde e bem-estar do operador, melhorando as condições do ambiente de trabalho. Dessa forma, investir em sistemas de ar-condicionado não apenas valoriza o conforto do operador, mas também se traduz diretamente em operações mais eficientes e seguras.

2.10.3 Sistema de Rádio FM

A inclusão de um rádio FM com Bluetooth na cabine do operador de uma máquina não é um recurso importante para o conforto e desempenho do operador. Este

componente não apenas oferece entretenimento durante as longas jornadas de trabalho, aliviando o estresse e a monotonia, mas também contribui para manter o operador mentalmente alerta. Além disso, a capacidade de conectar dispositivos via Bluetooth oferece a flexibilidade de acessar informações importantes, como orientações de trabalho, chamadas ou notificações, sem exigir que o operador saia da cabine. Esse recurso não apenas melhora a comunicação, mas também permite que o operador permaneça conectado ao ambiente de trabalho, resultando em um desempenho mais eficiente e em um ambiente de trabalho mais agradável.

2.10.4 Assento com suspensão a Ar

Dentre os elementos que mais impactam a ergonomia do posto de trabalho está o sistema de suspensão do assento.

O assento com suspensão a ar é projetado para absorver vibrações e impactos provenientes da movimentação da máquina sobre terrenos irregulares, oferecendo níveis superiores de conforto ao operador quando comparado aos modelos convencionais com suspensão mecânica. Este tipo de assento permite regulagens mais precisas de amortecimento de acordo com o peso do operador e as condições de trabalho, reduzindo significativamente a fadiga física ao longo da jornada.

A adoção desse tipo de assento é especialmente relevante em aplicações típicas de equipamentos como retroescavadeiras, que frequentemente operam por longos períodos em vias urbanas, áreas rurais ou obras com solo compactado e irregular. Além disso, em ambientes com alta exposição a trepidações — como rampas de brita, estradas rurais e terrenos em obras de infraestrutura — o assento pneumático contribui diretamente para: Redução do risco de lesões osteomusculares por vibração, aumento da produtividade do operador e melhora na estabilidade postural e na precisão de comandos hidráulicos;

2.11 Tanque de Combustível

A importância de equipar uma máquina pesada com um tanque de combustível de capacidade razoavelmente grande vai além da simples conveniência logística. Um tanque espaçoso minimiza a necessidade de reabastecimentos frequentes, reduzindo as interrupções nas operações e otimizando a eficiência do trabalho. Além disso, a limitação do número de reabastecimentos contribui para a segurança operacional, já que reduz a exposição a potenciais riscos associados a manuseio de combustível, como derramamentos ou vazamentos. Em ambientes de trabalho desafiadores ou locais remotos, a capacidade estendida do tanque proporciona uma autonomia operacional maior, permitindo que a máquina execute tarefas contínuas por períodos mais longos antes de precisar ser reabastecida. Essa característica não apenas aumenta a produtividade, mas também oferece praticidade ao reduzir o tempo dedicado a atividades de reabastecimento.

2.12 Sistema de Gestão de Frota

Com a modernização da gestão das prefeituras, otimizar o controle sobre suas máquinas pesadas para obter uma maior produtividade tem se tornado uma necessidade. Para possibilitar que a gestão de frota atue diretamente no controle de uma máquina pesada como uma **retroescavadeira**, necessita-se que esta seja capaz de fornecer as informações para uma central de controle, onde os dados possam ser lidos e interpretados por um profissional qualificado, que, muitas vezes não possui tempo para atuar diretamente supervisionando a máquina no canteiro de obras e/ou não consiga fazer inspeções regulares para estar verificando a situação da máquina e suas necessidades de manutenção.

Com o objetivo de solucionar estas questões, hoje no mercado muitos fabricantes têm oferecido sistemas de gestão de frota, onde diversos sensores presentes nas máquinas enviam um sinal via satélite para o fabricante da máquina que repassam essas informações *online* e em tempo real para seus clientes. Dos mais diversos recursos disponibilizados pelos fabricantes desse tipo de máquina, ressaltam-se os

principais para uma **retroescavadeira**:

I. Monitoramento e controle da localização da máquina:

É através do sistema de monitoramento e controle da localização da máquina, que se torna possível supervisionar mesmo a distância a localização exata da máquina, em tempo real, o que é essencial para garantir que o equipamento esteja sendo utilizado na área correta e que não esteja sendo usado para fins não autorizados. Além disso, esse recurso ajuda a melhorar a eficiência operacional da máquina, permitindo que a equipe de gerenciamento possa programar as rotas de forma mais eficiente e minimizar o tempo de inatividade do equipamento.

II. Monitoramento de horas de funcionamento / horas ociosas:

Este recurso possibilita ao gestor que ele possa supervisionar os horários de operação da máquina, é através dele que poderá ser verificado se o operador está cumprindo com os horários de trabalho e respeitando os horários que devem ser ociosos. Além disso, este recurso permite que a equipe de gerenciamento possa identificar o desempenho do equipamento em diferentes condições de trabalho e programar ajustes na operação da máquina para melhorar sua eficiência.

III. Monitoramento do consumo de combustível:

A retroescavadeira é um equipamento que normalmente se desloca por suas rodas até o local do serviço, o que pode resultar em um alto consumo de combustível, especialmente em terrenos difíceis ou acidentados.

Com o monitoramento do consumo de combustível por um sistema de gerenciamento de frota, é possível acompanhar o consumo de combustível em tempo real e identificar padrões de consumo ao longo do tempo. Isso pode ajudar a equipe de gerenciamento a identificar possíveis problemas de desempenho do equipamento que podem estar aumentando o consumo de combustível, permitindo a tomada de medidas corretivas para reduzir os custos operacionais.

Além disso, o monitoramento do consumo de combustível também pode ajudar a

equipe de gerenciamento a identificar padrões de consumo que indicam desperdício de combustível ou uso inadequado do equipamento. Isso pode ser útil para implementar treinamentos e políticas de utilização mais eficientes, visando reduzir os custos de operação e prolongar a vida útil do equipamento.

IV. Fornecimento de dados dos níveis de carga:

Monitorar os níveis de carga e carregamento de uma retroescavadeira, é uma tarefa importante porque sobrecarregar constantemente um equipamento como esse pode reduzir de forma expressiva a vida útil de seus componentes, aumentando a necessidade de intervenções para manutenções, por consequência, aumentando os custos com peças e mão de obra, além indisponibilizar a máquina por períodos de tempo.

V. Alertas sobre código de falhas:

Com este recurso, é possível monitorar uma variedade de alertas críticos, como falhas mecânicas, condições de operação anormais e riscos de segurança, permitindo que a equipe de gerenciamento possa tomar medidas imediatas para minimizar o impacto desses problemas no equipamento e na operação em si. Além disso, esse recurso ajuda a melhorar a segurança do equipamento e da equipe de trabalho, garantindo que os alertas críticos sejam identificados e corrigidos rapidamente.

Outro fator é de grande relevância para que seja possível utilizar plenamente todos esses recursos em uma rotina de trabalho, é a importância de escolher um sistema da mesma marca do fabricante. Ao optar por um sistema de gerenciamento de frota da mesma marca do fabricante da máquina, você garante que o sistema esteja perfeitamente integrado ao equipamento e que possa acessar todos os recursos do equipamento de maneira mais precisa e eficiente. Isso pode ajudar a melhorar a eficiência operacional do equipamento, reduzir o tempo de inatividade e aumentar a vida útil do equipamento.

Além disso, um sistema de gerenciamento de frota da mesma marca do fabricante pode oferecer suporte técnico especializado, o que pode ser fundamental em caso de

problemas técnicos ou de funcionamento. Isso garante que a equipe de gerenciamento possa receber suporte imediato do fabricante em caso de necessidade, o que pode ser essencial para minimizar o tempo de inatividade do equipamento.

2.13 Ficha Técnica no Site da Fabricante

A disponibilidade das fichas técnicas e demais documentos técnicos nos sites dos fabricantes desempenha um papel fundamental em processos de licitação, especialmente para órgãos públicos.

Essa transparência proporciona uma base sólida para a auditoria das informações essenciais relacionadas às máquinas pesadas em consideração. Ao acessar diretamente os dados detalhados sobre especificações, capacidades e desempenho, os órgãos públicos têm a capacidade de avaliar minuciosamente as ofertas e garantir que as características anunciadas atendam aos requisitos precisos estabelecidos na licitação.

Além disso, a presença de documentos técnicos nos sites dos fabricantes oferece um meio confiável para a verificação independente de conformidade com padrões e regulamentações específicas, promovendo a integridade e a segurança nas compras públicas. Dessa forma, a acessibilidade a esses materiais não apenas simplifica o processo de licitação, mas também estabelece uma base sólida para a tomada de decisões informadas, assegurando uma compra segura e alinhada às necessidades do órgão público.

2.14 Primeiras Manutenções Preventivas Inclusas na Licitação do Objeto

Compreende-se que uma etapa crucial no início da operação de cada máquina é a realização das primeiras manutenções preventivas. Nesse estágio, torna-se possível identificar eventuais não conformidades resultantes de potenciais defeitos na

fabricação do equipamento.

Para instituições públicas, contudo, enfrenta-se uma dificuldade em executar essas primeiras manutenções no tempo ideal, dado que o processo de licitação não é tão ágil quanto no setor privado.

Um benefício adicional ao incluir as primeiras manutenções preventivas na aquisição conjunta do objeto é a oportunidade de obter vantagens financeiras. Nesse cenário, ao negociar a compra da máquina, os licitantes também aplicam descontos nos serviços de manutenção, resultando em uma redução no custo global. Essa abordagem não apenas permite obter preços mais favoráveis, mas também propicia uma economia substancial para a entidade pública.

2.15 Assistência Técnica Autorizada em Raio Regional

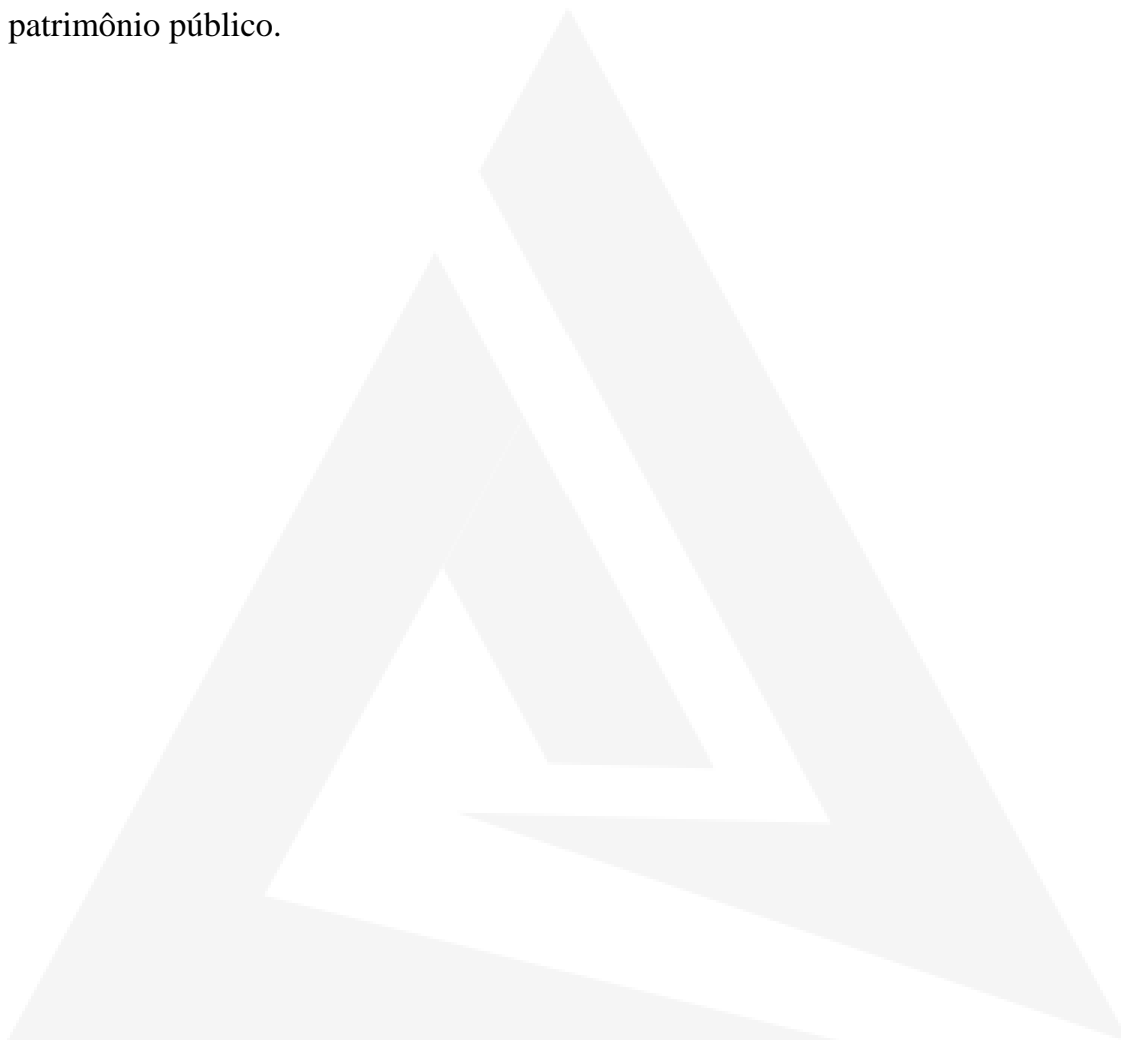
Considerando a localização geográfica do Município de Diamante do Sul (PR), as cidades de maior porte e com maior oferta de serviços técnicos especializados na região são Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo. Dentre essas, Foz do Iguaçu é a mais distante, situada a aproximadamente 190 km da sede do município.

Dessa forma, para garantir a viabilidade operacional do equipamento após o período de garantia, será exigida a indicação de assistência técnica autorizada localizada em um raio máximo de até 200 km de Diamante do Sul. Esse raio contempla todas as cidades citadas e oferece uma margem técnica de segurança, evitando a desclassificação indevida de licitantes em função de pequenas variações logísticas, ao mesmo tempo em que assegura condições práticas de manutenção futura.

Tal exigência se justifica pelo fato de que, após encerrado o período de garantia, os custos com deslocamento para manutenções corretivas ou preventivas passam a ser de responsabilidade do município. Caso a assistência técnica autorizada mais próxima esteja localizada em centros distantes, como Curitiba, o transporte do equipamento torna-se oneroso e logisticamente inviável, podendo comprometer a continuidade dos serviços públicos.



Portanto, a exigência de assistência técnica autorizada dentro de um raio regional de até 200 km configura-se como medida tecnicamente fundamentada e de interesse público, voltada à eficiência administrativa, à economicidade e à preservação do patrimônio público.



AVANT
ENGENHARIA

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÍNIMAS RETROESCAVADEIRA

Dadas as especificações e suas fundamentações conforme o capítulo 3, esse capítulo tem o objetivo de especificar o valor mínimo para cada característica apresentada, bem como justificá-las. As características, especificações e justificativas podem ser vistas na **Tabela 3.1**.

Tabela 3.1. Especificações Técnicas Mínimas

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICAÇÃO	JUSTIFICATIVA
Peso Operacional	Peso Operacional MÍNIMO: 6.600KG Peso Operacional MÁXIMO: 8.500KG	Como a retroescavadeira irá realizar trabalhos de movimentação de terra em terrenos acidentados e em solos pesados, determina-se que essas sejam de porte médio, ou seja, devam possuir um peso operacional superior a 6.600 KG, para que seja possível fornecer a produtividade necessária para suprir as demandas do município. Além disso, especifica-se o peso operacional máximo de 8.500 KG, pois uma máquina com um peso operacional superior a esse apresenta um tamanho maior, o que impediria o acesso da máquina em locais de difícil acesso, além de ter um consumo de combustível maior.
Motor	Potência máxima do motor MÍNIMO: 85HP Cilindrada do motor entre 3,5 a 5,0L Certificado de emissão PROCONVE-MAR I / Medição conforme ISO 9249	Como a máquina irá operar em uma zona de solos pesados, determina-se que o motor tenha potência igual ou superior a 85 HP para que essa consiga realizar o trabalho com precisão e segurança. Determina-se que o motor da máquina possua cilindrada entre 3,5 a 5,0L, pois nessa faixa, encontram-se máquinas que possuem potência aceitável para atender a demandas e um motor relativamente econômico em combustível. Para que a máquina esteja em conformidade com as regulamentações nacionais, determina-se que a máquina possua certificado de emissões conforme PROCONVE MAR I
Transmissão	Transmissão COM NO MÍNIMO: 4 MARCHAS FRENTE E 2	Com a finalidade de especificar uma máquina com a quantidade de relações necessárias para o trabalho nas condições antes descritas,

	MARCHAS TRÁS TRAÇÃO 4X4	<p>determina-se que a retroescavadeira possua uma transmissão com 4 marchas frentes e 2 marchas trás, desta forma, será possível adquirir uma máquina que apresente principalmente: um menor consumo de combustível, melhor controle de velocidade e torque e baixa manutenção.</p> <p>Como a máquina irá operar sobre condições adversas, inclusive terrenos de atoleiros, determina-se também que a máquina deva possuir tração nas quatro rodas.</p>
Bomba Hidráulica	<p>Tipo: Pistão Variável; Pressão de trabalho mínima: 3.000PSI Vazão mínima: 130l/min</p>	<p>Com o objetivo de garantir maior eficiência e durabilidade do sistema hidráulico, especifica-se a utilização de bomba de pistão de deslocamento variável, em razão de sua construção mais robusta e maior resistência ao desgaste. Nos sistemas de centro fechado (Load Sensing), essa bomba ajusta a vazão conforme a demanda, reduzindo o consumo de combustível e o esforço do motor. No entanto, admite-se também o uso de bomba de pistão em centro aberto, desde que atendidos os parâmetros mínimos de desempenho.</p> <p>Dessa forma, estabelece-se pressão mínima de 3.000 psi e vazão mínima de 130 l/min, a fim de assegurar força e velocidade adequadas à aplicação proposta.</p>
Freios	Freio de Serviço TIPO: DISCO EM BANHO DE ÓLEO	Para garantir uma frenagem com segurança, especifica-se que o sistema de freio deva ser do tipo disco em banho de óleo, pois esse sistema permite grandes frenagens sem que haja a perda do coeficiente de atrito dos componentes de frenagem conforme o descrito no capítulo anterior.
Escavadeira	Caçamba com capacidade de no MÍNIMO: 0,2M3	Para que a máquina seja capaz de suprir a demanda de serviços do município, é fundamental que esteja equipada com uma concha de capacidade mínima de 0,2m ³ .
Carregadeira	Caçamba com capacidade de no MÍNIMO: 0,9M3	Para que a máquina seja capaz de suprir a demanda de serviços do município, é fundamental que esteja equipada com uma concha de capacidade mínima de 0,9m ³ .

<p>Segurança</p>	<p>CABINE COM CERTIFICADO ROPS/FOPS</p>	<p>Devido os equipamentos estarem sujeitos a condições de uso em ambientes com risco de acidentes, faz-se necessário a cabine conter as certificações de segurança ROPS e FOPS para impedir danos a vida do operador.</p>
<p>Pneus</p>	<p>Dianteiros 12-16,5, mínimo 10 PR; Traseiros 19.5L-24, mínimo 10 PR, com dimensões iguais ou superiores.</p>	<p>Garantia de robustez, tração e estabilidade em diferentes tipos de solo, assegurando desempenho e segurança operacional. A especificação contempla as medidas mais comuns de mercado para retroescavadeiras, permitindo a utilização de modelos equivalentes conforme normas técnicas e evitando restrição de competitividade na licitação.</p>
<p>Conforto do Operador</p>	<p>Cabine possuir sistema de ar-condicionado; Possuir rádio FM com bluetooth; Assento com sistema de suspensão a ar.</p>	<p>Um sistema de ar-condicionado na cabine é essencial para garantir o conforto e a saúde do operador, o ambiente de trabalho climatizado evita o desgaste físico do operador, proporcionando um ambiente mais agradável e protegendo-o das altas temperaturas.</p> <p>Para prover melhores condições de trabalho, determina-se que a máquina esteja equipada com rádio FM com bluetooth.</p> <p>Para melhor conforto do operador, recomenda-se que o equipamento possua assento do tipo suspensão a ar.</p>
<p>Tanque de Combustível</p>	<p>Capacidade do reservatório de combustível MÍNIMA: 150 litros.</p>	<p>Especifica-se que o tanque de combustível da máquina tenha capacidade igual ou superior a 150 litros, para garantir que a mesma possa trafegar e executar o serviços com autonomia suficiente para reduzir a quantidade de reabastecimentos (que é uma atividade perigosa).</p>
<p>Sistema de Gestão de Frota</p>	<p>Sistema de gerenciamento de frotas COM NO MÍNIMO: I. Monitoramento e controle da</p>	<p>Com a finalidade de prover a capacidade de gestão sobre o equipamento necessária pela prefeitura, determina-se que o equipamento deva conter um Sistema de Gestão de Frota</p>

	<p>localização da máquina;</p> <p>II. Monitoramento de horas de funcionamento / horas ociosas;</p> <p>III. Monitoramento do consumo de combustível;</p> <p>IV. Fornecimento de dados dos níveis de carga;</p> <p>V. Alertas sobre código de falhas;</p> <p>VI. Sistema de gerenciamento de frota da mesma marca do fabricante da retroescavadeira.</p>	<p>com no mínimo: 1- Monitoramento e controle da localização da máquina, 2- Monitoramento de horas de funcionamento / horas ociosas, 3- Monitoramento do consumo de combustível 4- Alertas sobre código de falhas, 5- Programação das manutenções, 6- Sistema de gerenciamento de frota da mesma marca do fabricante.</p>
Assistência Técnica Autorizada	Possuir uma assistência técnica em um raio de 200KM	Para que sejam realizadas as manutenções preventivas e preditivas, bem como aquisição de componentes novos para substituição de partes danificadas, determina-se que haja assistência técnica autorizada em um raio de 200KM.
Ficha Técnica no Site da Fabricante	Apresentar endereço e informar maneira de verificar a ficha técnica no site do fabricante para verificação das especificações	Para preservar a segurança de compra de uma máquina como essa, determina-se que as informações devem ser confrontadas diretamente no site oficial do fabricante, isso para garantir que as especificações possuam credibilidade.
Primeiras Manutenções Preventivas	Manutenções preventivas (material e mão de obra) inclusas até 1000horas.	Para proporcionar uma economia nas manutenções para o município e garantir que sejam realizadas as primeiras manutenções preventivas com a periodicidade correta, determina-se que essas devem ser oferecidas acompanhadas da máquina no objeto de licitação.

4. VERIFICAÇÃO DE FORNECEDORES RETROESCAVADEIRA

Como a **retroescavadeira** será objeto de licitação, é inaceitável que alguma das características especificadas direcione a compra das máquinas para algum fornecedor, nesse aspecto, serão verificadas se algumas das principais máquinas vendidas no Brasil atendem essas especificações. Essa verificação pode ser observada na **Tabela 4.1**.

Tabela 4.1. Verificação de Fornecedores.

Característica	Máquina					
	XCMG XC870BR	CASE 580	CAT 416	JOHN DEERE 310P	JCB 4CX	NH B80C
Peso Operacional	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Motor	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Transmissão	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Bomba	NÃO ATENDE	NÃO ATENDE	ATENDE	ATENDE	NÃO ATENDE	NÃO ATENDE
Freios	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Escavadeira	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Carregadeira	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Segurança	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Conforto do Operador	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Tanque de Combustível	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Sistema de Gestão de Frotas	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	NÃO ATENDE	ATENDE

Assistência Técnica Autorizada	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ficha Técnica no Site do Fabricante	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
Primeiras Manutenções	SI	SI	SI	SI	SI	SI

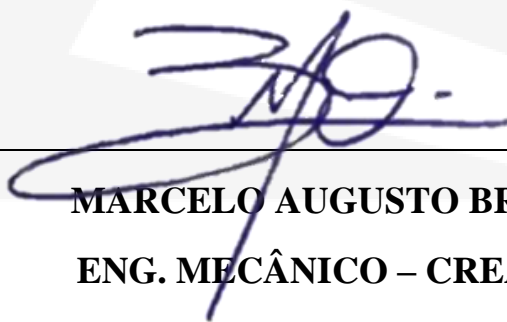
*Sem informação na ficha técnica

**A tabela foi realizada conforme as fichas técnicas disponibilizadas pelos fabricantes em seus próprios sites na data de elaboração do laudo, essas podem ser conferidas nos anexos.

Em processos licitatórios, é comum a análise de pelo menos três equipamentos ou propostas equivalentes, com o objetivo de estimar preços e avaliar a competitividade do mercado. No entanto, conforme verificado na análise técnica e pesquisa de mercado realizadas neste documento, constatou-se que apenas duas fabricantes atendem integralmente às especificações estabelecidas. Essa limitação decorre, sobretudo, da exigência de bomba hidráulica do tipo pistão de fluxo variável — critério devidamente fundamentado no capítulo anterior, por sua relevância operacional, econômica e durabilidade superior. Assim, conforme previsto na Lei nº 14.133/2021, a especificação é tecnicamente justificada, não configura direcionamento e está em plena conformidade com os princípios da legalidade, isonomia e eficiência que regem as contratações públicas.

5. CONCLUSÃO

Visto o trabalho desenvolvido nos capítulos anteriores, conclui-se que a compra de um **retroescavadeira** seguindo as especificações mínimas determinadas, será capaz de suprir a necessidade de movimentação de solo para o município de **Diamante do Sul - PR**, conclui-se também que, o emprego dessas especificações em um pregão não favorecerá nenhum fornecedor ou impedirá a livre concorrência entre empresas.



MARCELO AUGUSTO BRAGA ZORTEA

ENG. MECÂNICO – CREA/PR: 199485-D

AVANT
ENGENHARIA

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 8.666, Diário Oficial da União, Brasília, DF. (21 de junho de 1993).

Fonte: Planalto: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm

EMBRAPA FLORESTAS. (FEVEREIRO de 2012). *MAPA ELABORADO PARA APOIO AO PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA SOLO NA ESCOLA.*

Fonte: Escola Agrária UFPR:

http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/mapa_solos_pr.pdf

IDR PARANA. (2021). *ATLAS CLIMÁTICO*. Acesso em 22 de 09 de 22, disponível em SITE DO ATLAS CLIMÁTICO:

<https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>

ISO. (2005). *NORMA ISO 3449*. Fonte: Earth-moving machinery — Falling-object protective structures — Laboratory tests and performance requirements.

ISO. (2008). *Earth-moving machinery. Roll-over protective structures. Laboratory tests and performance requirements*. Fonte: NORMA ISO 3471.